LED街路灯のコントロールを可能にするワイヤレスネットワーク

地方自治体はLED街路灯設備にワイヤレスシステムを加えることによって、遠隔電力監視や調光などの調整機能を取入れることができる。

図1 街路灯の上に取り付けられた円筒形Roamネットワーク接続ポイント。

地方自治体は、経費や光熱費の節約法を探るとともに、エネルギー不足を未然に防ごうとしているため、世界的にエネルギー効率の良い照明技術を街路灯分野に取入れる動きが急速に拡大している。固体照明（SSL）技術は誘導灯やセラミックメタルハライドなどよりも適応制御による効果を得やすく、LED街路灯は、恐らくもっとも高い省エネ効果が得られる可能性がある。コントロール機能によって調光が可能になるため、ピーク以外の時間帯は更に大きな節約ができる。米アキュイティ・ブランズ・コントロールズ社（Acuity Brands Controls）製のRoamなどのネットワーク／コントロールシステムを利用すると、ワイヤレス・メッシュ・ネットワークを利用した街路灯のリモコンと監視を可能になる。

Roamモニタリング・コントロール・システムなどのコントロールネットワークは、SSL設備に限定されたものではない。事実、RoamはSSLより以前に既に市場に登場しており、アキュイティ社はさまざまな種類の旧式照明の電力監視、オン／オフコントロール、球切れ検知の技術を提供して来た。LED照明技術は調光や省エネに適しているため、特に調光はLED照明において価値の高い付加機能となった。

調光は、エネルギー消費削減のためにさまざまな方法で利用できる。本誌でも、街路／地域照明会議（SALC）の報告記事で、カリフォルニア州サンノゼ市のSSL導入事例では、ラッシュアワー時の「大容量」から深夜の「低容量」へと道路の区分を変えていることを取上げた（LEDs Magazine Japan 2011年3月号p.10参照）。同市では、交通量の減少に合わせて光量を落としている。

カリフォルニア州チュラヴィスタ市には試験区域が存在し、そこでは照明がより一層高度な操作パターンで点灯されている。米ネート・マレン・ヴィジュアル・コンセプツ社（Nate Mullen Visual Concepts）のケニー・ペレツ氏（Kenny Perez）によると、このBetaLED照明器具は、夕暮れにまず低い光量で

点灯し始め、夜が更けるにつれて制御プログラムが照度を100%にまで上げて行くようになっている。深夜になると照度は50%に戻される。そして早朝にはラッシュアワーが始まるのに合わせて再び照度が上げられる。

Roamシステムなどの調光は、まさに、徐々に増加しているネットワーク機能である。また、監視機能面は、多くの都市において、街路灯の保守を自動化することを目的に採用が進んだ。市当局は、切れた電球を検知することが可能になったことにより、作業トラックの出動回数を最小限に留め、それによって保守費用を削減することができる。

その一方で、コントロールと調光はLED照明によって最前線に躍り出ている。たとえばロサンゼルス市は、米国で最大規模のSSL街路灯設備にRoamを採用している。ロサンゼルス市は、現時点では調光技術は使用していないが、ゆくゆくは採用する意向を示している。アキュイティ社の副社長兼バリュー・ストリーム・リーダーのテリー・アッタバック氏（Terry Utterback）は、ロサンゼルス市は現在、調光技術を試験中だと報告している。アッタバック氏は、「もし全てがうまくいけば、間もなく調光可能な照明器具へ移行する予定だ」と語っている。

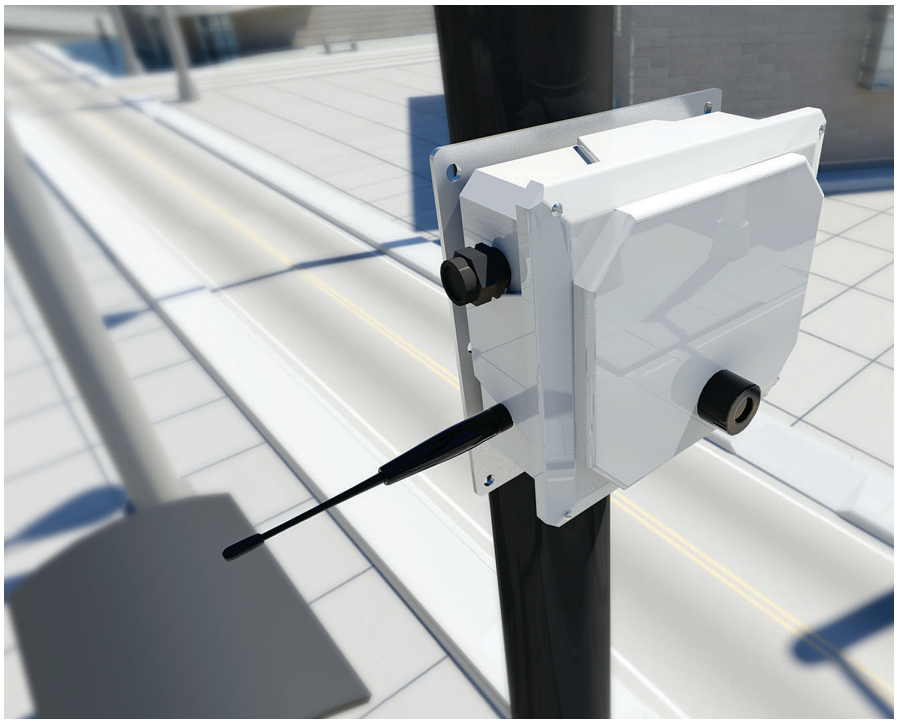

図2　Roamのワイヤレスゲートウェイはイーサネットまたはセルラー無線通信方式帰路回線を経由して街路灯を結び付ける。

Roamネットワーク

Roamネットワークがどのように機能しているか詳しく見てみよう。これは、幅広い街路灯設備に採用可能な数少ないシステムレベルアプローチの一つである。Roamは個々の街路灯をつなぐ方法として、ワイヤレス・メッシュ・ネットワークを活用している。メッシュということは、ゲートウェイまたは基地局の装置は、個々の街路灯やネットワークの接続ポイントには直接結線されていないことを意味している。個々の照明器具に割り当てられている接続ポイントは、受信したデータを再送信し、効果的に基地局への接続状態を改善することができる。

Roamシステムは IEEE802.15.4仕様に従い、ネットワークの物理的メディアアクセスコントロール層のベースとして通信している（コントロールに関するネットワーク技術については www.ledsmagazine.com/features/7/11/13を参照）。IEEE802.15.4はZigBeeネットワークで使われている仕様と同じものであるが、ZigBeeは本来、接続ポイントの間隔が10m範囲の短距離用途に設計されたものである。アッタバック氏によると、Roamは、通信状態が悪くなければ、接続ポイント間が最大1000フィートでも対応可能なネットワークを開発したという。

メッシュの能力によって、単独ネットワークで1000フィートをはるかに超えるエリアをカバーできる。Roamは車道上を直線距離で8マイルをカバーする単独ネットワークを導入した。また、ロサンゼルス市などでの導入にお

いては、単一のコントロールセンターに接続される多数のネットワークが必要となった。

RoamネットワークはZigBeeと同じく、ライセンス不要の2.4GHz帯周波数帯域を使用している。さらに、両者はデータを250kbpsで送信する。これは高速インターネット接続に比べれば比較的遅いデータ速度であるが、コントロールコマンドを送信したり街路灯から状況データを受信したりするためには十分な速度である。

図3　Roamの安全なウエブポータルは地図ベースでパソコンからアクセスできる。

ゲートウェイと帰路回線オプション

Roamがゲートウェイと呼ぶ基地局装置（**図2**）は街路灯に接続されてネットワークをコントロールする。Roamはネットワーク上で2000カ所に及ぶ接続ポイントを実証している。これは後述のように、必ずしも街路灯の数が2000という意味ではない。同社は、ゲートウェイ1台につき5000接続ポイントまで増大できるのではないかと確信している。このゲートウェイこそが、全市内に設置されている個々のネットワークをコントロールセンターにリンクさせる。

Roamは802.15.4仕様に対し、かなり多くのネットワーク関連機能を加えた。アッタバック氏は「われわれはメッシュ、自己回復、自己形成機能を加えた」と語っている。自己形成とは、接続ポイントに電源が入ると、自動的に他の接続ポイントと通信しようと探索を始め、ゲートウェイとのリンクを結ぶことである。自己回復とは、接続ポイントが故障してもネットワークは動き続ける機能である。アッタバック氏は「たとえ接続ポイントを失っても、問題はない」と言う。

Roamネットワークの設置では、街路灯接続ポイントとコントロールセンターを結ぶために、帰路回線用にイーサネットまたはセルラー無線通信方式データ接続に依存することができる。アッタバック氏は、多くの比較的小規模のネットワークではイーサネットのほうがうまく機能すると主張する。

それでもやはり、ロサンゼルス市のように広域にわたる設置条件では、セルラー無線通信方式が唯一の選択肢となることは明らかだ。幸いなことに、最近は世界中のほとんどの地域で、セルラー無線通信方式による極めて効果的なデータ伝送がきるようになった。データ負荷も、インターネットなどに比較して極めて軽くなっている。アッタバック氏によると、このネットワークは通常、コマンドがコントールセンターから発信されてから街路灯接続ポイントで受信されるまでに3～5秒かかるという。

照明器具の設置

ネットワークの基本を一通り見てきたが、今度は街路灯の照明器具へ、どのように機能が組込まれるかを説明したい。ほとんどの街路灯は照明器具の上部に米国電機工業会（National Electrical Manufacturers Association：NEMA）規格のコネクタを付けている。このNEMAコネクタは、自動的に夕暮れに点灯、朝に消灯させるため、街路灯へのフォトディテクタ取付け用に付けられている。このスキームを実行するために、NEMAコネクタを介して、ループ状の街路灯に電力が供給される。

Roamネットワークの接続ポイント（**図1**）は、フォトディテクタモジュールに形状が似たモジュールに組込まれ、NEMAコネクタに接続できるようにな

っている。事実、このモジュールにはフォトディテクタも含まれており、さらに電源のオン／オフ機能や街路灯の調子や電力消費量を報告する監視回路を含んだネットワーク接続ポイントも組込まれている。

Roamシステムは調光を独立して操作している。アキュイティ社は照明器具に内蔵して調光を可能にする調光コントロールモジュール（DCM）を販売している。DCMは標準の0～10V調光ドライバやバラストに接続可能な0～10V出力を備えている。

DCMはまた、ワイヤレスネットワーク接続ポイントでもある。DCMは、NEMA接続モジュール内の接続ポイントからコマンドを受けとる。しかしDCMはワイヤレスネットワーク上で別の独立した接続ポイントとしてカウントされる。2000カ所のネットワーク接続ポイントが2000個の照明ということを意味しないのはそのためである。

Roamのアプローチは、コンセプトが単純であるという点で洗練されていると同時に、調光街路灯を白紙上で一からデザインするのとは全く異なるアプローチである。NEMAインタフェースは、監視とオン／オフコントロールがほぼすべての照明に付加できるということを意味している。アッタバック氏は、このプロセスは3～5分あれば可能だと断言する。DCMは照明器具メーカーへの特注扱いになるが、多くの照明器具デザインで採用できるようになるはずだ。

白紙の状態から始める場合は、オン／オフコントロール、調光コントロール、監視機能を直接ドライバ電子回路に組込んで単一のネットワーク接続ポイントに任せることができる。単純なマイクロコントローラを使えば、ネットワークの機能性はもとより、LED調光アルゴリズムの実行およびドライバ電子回路のコントロールまでの両方を操作することができる。しかし、この統合されたアプローチでは、基本的に全てのメーカーが互換性のある製品を製造することができるように、街路灯ネットワークに対する、事実上の、あるいは正式な業界標準が必要になる。

ネットワーク標準について質問すると、アッタバック氏は、Roamは6LoWPAN（低電力ワイヤレス地域網上IPv6）などの独創性を追っていると述べた。この技術は、装置をインターネットに接続すると共に、パソコンを使用するのとは対照的に、コンピュータ同士のネットワークをサポートするひとつの方法として位置づけられている。アッタバック氏は「標準がいかなる摩擦を引き起こしても、われわれは遠隔操作プログラムで接続ポイントをアップデートできる」と言う。基本的に接続ポイントのネットワークプロトコルは遠隔アップデートが可能となる。

ネットワークコントロールセンター

最後に、システムには、監視とコントロール機能を統合したネットワークコントロールセンターがある。Roamシステムは、安全なウエブポータルを経由して、制御コンソール画面を市役所職員のデスクトップパソコンに配信することができる。監視とコントロール機能をサポートするだけでなく、保守作業の命令管理さえも可能なITシステムが、このポータルの基礎にある。ネットワークサービスはRoamシステムの重要な部分であり、実際に、導入コストに含まれている。

ウエブポータルはGoogleマップの基礎にあるdeCartaマップエンジンを基に作られている。市役所職員は地図上の各街路灯を見ることが可能で、監視機能とコントロール機能に簡単にアクセスすることができる。

また、Roamデータは既存のITシステムへデータ送信することも可能である。たとえば、ロサンゼルス市は既に大規模な地図ベースのITシステムを稼動させており、これを使用して街路灯の運用を監視、コントロール、計画を実行している。アキュイティ社は街路灯ネットワークコントロールセンターからロサンゼルス市のITシステムへデータをXMLフォーマットで配信している。

コントロールすることによって、SSLは省エネだけではなく、街路灯の場合では、自動的に球切れを検知して保守費用を削減することが、複合的に可能になる。

今後の記事でも、継続してコントロール機能の一般照明および街路灯への適用といったオプションについて検証していく予定だ。他のワイヤレスネットワークや送電線通信などのネットワーク技術といった選択肢についても見ていくつもりだ。 LEDJ